



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al
sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El
Papayo del Distrito de Motupe”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
BACHILLER EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

AUTORES:

Chiscul Esquives, Anyelo Hernan (ORCID: 0000-0001-7514-4357)

Manayay Flores, Marck Antony (ORCID: 0000-0001-5576-4487)

Monteza Rinza, Geraldine (ORCID: 0000-002-8455-0901)

Relúz Pisfil, Jorge Joel (ORCID: 0000-0003-1866-4713)

ASESOR:

Mg. Vega Calderón, Edilbrando (ORCID: 0000-0003-1880-1677)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO - PERÚ

2020

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos	ii
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen.....	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	7
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
IV. CONCLUSIONES	34
V. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	38

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.....	8
Tabla 2: Niveles de radiación registrados en el fundo la Quebrada.	12
Tabla 3: Consumo de agua para cultivo por día.....	14
Tabla 4: Consumo de agua por habitante..	15
Tabla 5: Cantidad de elemento líquido para el fundo la Quebrada..	15
Tabla 6: Presupuesto de equipamiento del sistema fotovoltaico.....	28
Tabla 7: Presupuesto de instalación del sistema fotovoltaico.	29
Tabla 8: Presupuesto total del sistema fotovoltaico.	29
Tabla 9: Separación entre surco y sembrío de maíz.	29
Tabla 10: Ingresos total del proyecto.	30
Tabla 11: Egresos total del proyecto.	31
Tabla 12: Proyección del VAN y TIR.	32

Índice de figuras

Figura 1: Sistema fotovoltaico	3
Figura 2: Unión en cotejo	4
Figura 3: Unión en serie	4
Figura 4: Sistema de bombeo solar.....	5
Figura 5: Radiación solar en KWh.....	13
Figura 6: Selección de la bomba	19
Figura 7: Distribución de los paneles solares	22
Figura 8: Inclinação de los paneles solares.....	22
Figura 9: Soporte de los paneles solares	23
Figura 10: Distribución de las baterías	24
Figura 11: Distribución de los componentes del sistema fotovoltaico	25

Resumen

El trabajo de investigación titulado “Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado “el Papayo” del Distrito de Motupe”, se realizó teniendo como objetivo el suministrar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada mediante un sistema fotovoltaico.

Para lograr ello se utilizó una rigurosa metodología de tipo descriptivo, de diseño no experimental, la muestra se obtuvo mediante la técnica del muestreo no probabilístico asumido por el autor. La recolección de datos se realizó utilizando las técnicas de la observación y encuesta con sus respectivos instrumentos de medición.

La investigación se inicia con la determinación de radiación solar en el Fundo de donde se obtiene un menor registro de 2.10 kW-h/m^2 , Luego se determina el recurso hídrico obteniendo $166.14 \text{ m}^3/\text{día}$ que incluye para cultivo y uso humano, después se seleccionan los diversos componentes del sistema fotovoltaico y bombeo.

Finalmente se realiza la evaluación económica obteniendo un VAN de S/ 11,762.60 y una TIR de 16%, indicadores que permiten concluir que es un proyecto viable para su ejecución.

Palabras claves: Sistema Fotovoltaico, sistema de bombeo y paneles solares.

Abstract

The research work entitled "Design of a Photovoltaic System to provide electrical energy to the pumping system of the Fundo la Quebrada, Centro Poblado" el Papayo of the District of Motupe ", was carried out with the objective of supplying electrical energy to the pumping system from the Fundo la Quebrada through a photovoltaic system.

To achieve this, a rigorous descriptive methodology was used, of non-experimental design, the sample was obtained by means of the non-probabilistic sampling technique assumed by the author. Data collection was carried out using observation and survey techniques with their respective measurement instruments.

The research begins with the determination of solar radiation in the Farm from where a lower record of 2.10 kW-h / m² is obtained, then the water resource is determined obtaining 166.14 m³ / day that includes for cultivation and human use, then they are selected the various components of the photovoltaic system and pumping.

Finally, the economic evaluation is carried out, obtaining an NPV of S / 11,762.60 and an TIR of 16%, indicators that allow to conclude that it is a viable project for its execution.

Keywords: Photovoltaic system, pumping system and solar panels.

I. INTRODUCCIÓN

El sector energético de la **India** es uno de los más abundantes del planeta. A pesar de ello, el consumo precepto de energía es mucho menor que la tercera parte del mundo. Cerca de treientos millones de habitantes no cuentan con red eléctrica. Por ello El Banco Mundial están apoyando a este país a incorporar parques solares en grandes escalas que apoyan los proyectos de su nación para producir cien gigavatios (GW) de electricidad, esto solo es una parte de lo que se desea lograr de un total de ciento setenta y cinco GW proyectada al 2022. (Banco Mundial, 2017,)

En **América Latina**, en el periodo del 2014, fueron puesto en marcha seiscientos veinte y cinco MW de electricidad fotovoltaica, ante a los ciento treinta y tres MW conectados en el periodo anterior. El primordial país de este aumento fue Chile apoyando con un 75% del ascenso total, le siguen en esta carrera México y Brasil. Chile sumó 0.7GW en el año 2016 finalizando con 1.6GW. Por su parte México sumó ciento cincuenta MW, siendo finalmente un porcentaje de 0.3 GW. (UN PANORAMA DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN EL MUNDO, LATINOAMERICA Y COLOMBIA, 2018,)

En el ámbito **Nacional**, contrastado con otras naciones, el Perú carece de energía solar, Hasta el año 2005, en el ámbito nacional hay por lo menos 10 000 sistemas fotovoltaicos, que producen 1,5 MWp. 65 % de esta energía pertenece a sistemas fotovoltaicos para el sector de las telecomunicaciones, 29 % para alumbrado en viviendas, centros de atención médica, casas de ronda, etc., y lo de más se emplea en otras actividades como sistema de riego, etc. Los primordiales sistemas fotovoltaicos rurales, están mencionados más adelante. La mayor parte de los sistemas fotovoltaicos rurales son del uso doméstico, con potencias promedio de cincuenta y sesenta Wp, funcionando alado con un acumulador, un controlador de voltaje y de entre dos y cuatro lámparas de nueve y once Watts, este sistema fotovoltaico solo alimenta las principales utilidades del campesino. (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006,)

El ámbito local el fundo **LA QUEBRADA** se encuentra en el Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe del Departamento de Lambayeque, cuenta con más de 4 hectáreas de terreno para cultivo de maíz vendido posteriormente como panca.

se localiza a 1 km de las redes de media tensión donde el costo de la instalación por parte de la concesionaria Electro Norte (ENSA) son elevados evidenciando así el gran problema que se tiene para atender de electricidad a los componentes de absorción de agua del Fundo, eso hace que disminuya las posibilidades de aprovechar las áreas de cultivo ya que se mayormente se aprovecha en épocas de lluvias y a veces con alquiler de generadores de combustible donde los costos son elevados dependiendo del número de horas de bombeo.

Las siguientes tesis, sirven de base y sustento para desarrollar el problema encontrado:

Chozo en su tesis de grado destaca el problema de la siguiente manera:

En el lugar donde desarrolla su investigación se siembra diversas menestras, ahí encontró que la falta del recurso hídrico es notoria y no se cosecha en abundancia. El recurso hídrico lo obtienen de un pozo de veinte metros, para ello utilizan sistema de bombeo con petróleo el cual les resulta muy caro. [...]. (2019, p. 12).

Guevara y Silva en su tesis resumen el problema de la siguiente manera:

El lugar de cultivo donde expone su tesis no amplía sus sembríos por motivos de la ausencia del recurso hídrico en abundancia, sumado a ello la falta de electricidad que alimente al equipo de bombeo. [...]. (2018, p. 16).

Heredia y Sánchez en su respectiva tesis afirman lo siguiente:

[...] En el fundo dedicado a cultivo de esparrago, mediante la producción de electricidad por sistemas fotovoltaicos podría fácil suministrar todo el equipo de bombeo del fundo y con ello garantizar el riego total del cultivo. (2018, p. 18).

Díaz en su tesis resume lo siguiente:

Por este motivo este trabajo radica en un estudio de proyección tipo socialista para extraer el elemento líquido por medio de paneles solares, y con ello dotar de electricidad a los habitantes del caserío donde realiza su estudio. [...]. (2016, p. 10).

También fue necesario conocer los siguientes conceptos relacionados al tema:

Electricidad solar

Es la fuente recibida a través de la recepción de la luz y el calor desprendidos por el sol. (Barberá, 2018, pág. 1).

Sistema fotovoltaico (SF)

Un SF es el grupo de elementos que generan electricidad por medio de captación del sol. El primordial equipo de este procedimiento es el panel solar, que está conformado por celdas que convierten la energía del sol en electricidad. (Perpiñán, 2018, pág. 1)



Figura 1: Sistema fotovoltaico

Si bien es cierto el panel es el principal elemento, pero para su funcionamiento necesita de otros componentes como:

- Estructura del panel solar
- Regulador de carga
- Baterías
- Inversor DC/AC
- La carga

Unión de los módulos

La unión en serie de muchos módulos fotovoltaicos incrementa la tensión, pero no la intensidad de corriente. La conexión en paralelo, a diferencia, incrementa la intensidad, manteniendo la misma tensión. (Gutiérrez, 2002, pág. 2).

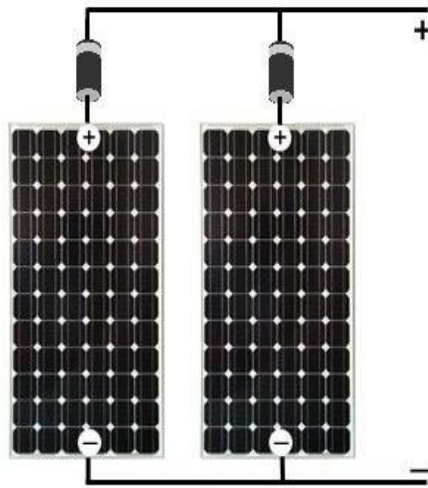


Figura 2: Unión en cotejo

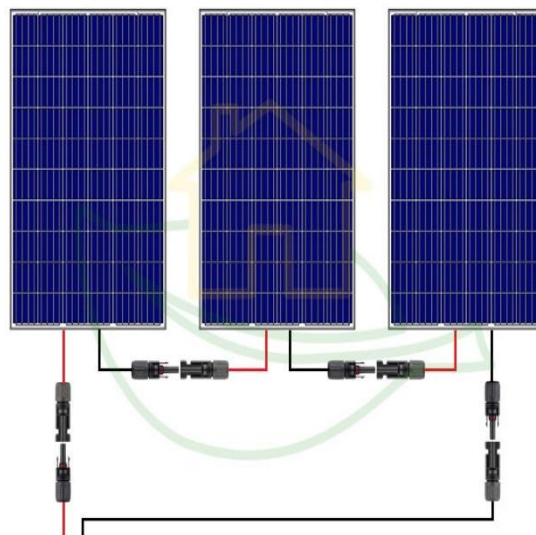


Figura 3: Unión en serie

Sistema de bombeo solar

El sistema bombeo solar consiste en sustituir el suministro de energía habitual por energía solar fotovoltaica, Esto se hace mayormente especialmente en zonas remotas ya alejadas de la red eléctrica convencional, en las que no sería para nada rentable hacerlo a través de la red eléctrica. O también para aquellas inversiones de bombeo en los que se quiera minimizar el costo de facturación. (Vernia, 2017, pág. 1)

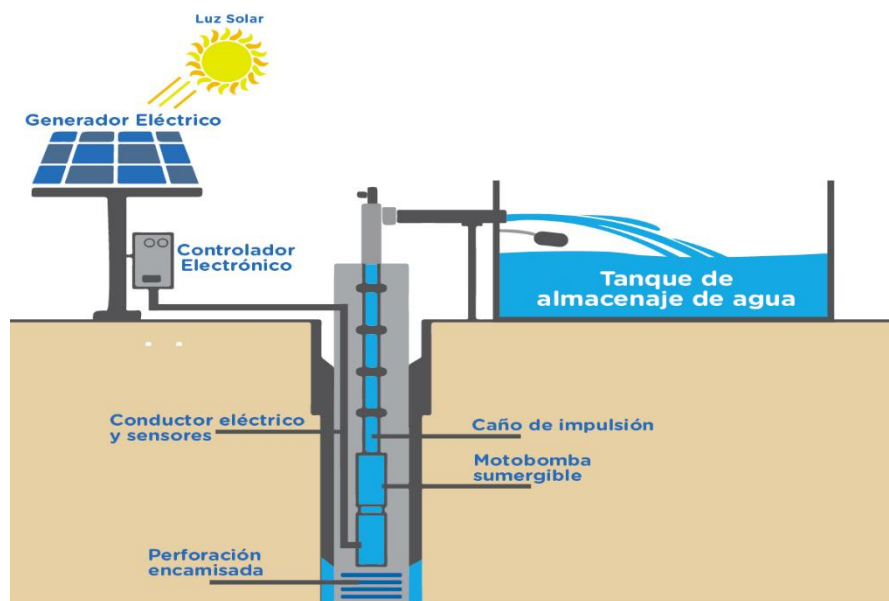


Figura 4: Sistema de bombeo solar

A partir de lo investigado nació la **interrogante**:

¿Cómo dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada mediante un sistema fotovoltaico?

Este estudio es un aporte metodológico para los futuros estudios relacionados a sistemas solares para la obtención de electricidad y el aprovechamiento de la energía solar para aquellas personas que viven en una localidad aislada completamente sin suministro eléctrico.

El trabajo de investigación se sustenta **tecnológicamente** por que brindó conceptos teóricos, habilidades y destrezas relacionado a la operatividad del sistema. La implementación de elementos tecnológicos y el uso de fuentes sustentables en zonas donde la energía eléctrica convencional no llega impulsa el desarrollo de las comunidades.

Desde el ámbito **económico** estos sistemas de bombeo accionados con energía fotovoltaica son fundamentales debido a su gran rentabilidad y grandes ventajas en distintas áreas, además está demostrado la gran capacidad que se tiene con respecto al registro energético contando con tecnología de primera con una menor inversión llevando de esta manera al mejor confort y la mayor reducción de costos.

En el aspecto **ambiental** el uso de energía fotovoltaica nos brinda beneficios tales como el cuidado del medio ambiente ya que estos sistemas solares no producen contaminación ambiental alguna permitiendo de esta manera eliminar las emisiones de gases que afectan nuestro ambiente.

Para el presente trabajo de investigación se formuló la siguiente **hipótesis**:

Sí, realizamos el Diseño de un Sistema Fotovoltaico, entonces podremos abastecer de Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo LA QUEBRADA del Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe.

Con ello se planteó el siguiente **objetivo general**:

Diseñar un Sistema Fotovoltaico para abastecer con Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo del Fundo LA QUEBRADA del Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe.

Esto se logró desarrollando 4 **objetivos específicos**:

- Determinar el nivel de radiación solar promedio en el Fundo LA QUEBRADA del Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe.
- Determinar los requerimientos de agua para el uso agrícola en el Fundo LA QUEBRADA.
- Seleccionar los componentes del Sistema Fotovoltaico para abastecer de Energía Eléctrica al Sistema de Bombeo.
- Realizar la Evaluación Económica del proyecto propuesto.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

El presente trabajo se desarrolla empleando estudios realizados para resolver la situación problemática planteada; por lo que es una investigación de **tipo descriptivo**.

Diseño de Investigación

No experimental, ya que no se operó en forma intencional los indicadores en estudio.

2.2 Variables y operacionalización

Independiente

Sistema fotovoltaico

Dependiente

Energía eléctrica

Tabla 1: *Matriz de operacionalización de variables.*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Sistema fotovoltaico	Fotovoltaico significa poder transformar la energía solar en energía eléctrica. (Proyecto EnDev/GIZ, 2013, pág. 16)	Transforma la energía solar en energía eléctrica para luego ser aprovechado en el sistema de bombeo.	Parámetros eléctricos de los componentes del sistema fotovoltaico.	Voltaje	Razón
				Corriente	Razón
				Potencia	Razón
Variable dependiente Energía eléctrica	Parámetro eléctrico medido en un determinado tiempo.	La energía eléctrica producida se utilizará en el sistema de bombeo.	Horas bombeo solar	Energía eléctrica	Razón

Fuente: elaboración propia

2.3 Población y muestra

Población

Fundos sin energía eléctrica del Distrito de Motupe.

Muestra

El Fundo LA QUEBRADA del Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe del Departamento de Lambayeque.

Muestreo

El método estadístico para definir la muestra se hizo mediante el muestreo no probabilístico asumiendo el muestreo por juicio de los investigadores.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

A. Técnicas de recolección de datos

Observación

Se realizó en campo donde se verificó todos los datos para la ejecución del proyecto.

Revisión Documental

Este método nos ayudó a recopilar contenidos que tratan sobre esta investigación, pues se obtuvo de repositorios de diferentes universidades a través de la red.

Encuesta

Se realizó a los propietarios del fundo LA QUEBRADA, con la finalidad de determinar las necesidades tener energía eléctrica para su sistema de bombeo.

B. Instrumentos de recolección de datos

Hoja de máxima demanda

Con este medio se pudo observar y anotar los datos registrados por el solarímetro.

Hoja de análisis y revisión de contenidos

Con esto se llevó un orden adecuado de toda la bibliografía utilizada (Tesis, Libros, Revistas, etc.), en el desarrollo de este proyecto.

Fichas de Encuesta

Mediante este instrumento obtuvo conocimiento de la problemática que existe en el Fundo LA QUEBRADA.

C. Validez

La autenticación de este estudio se realizó por medio de especialistas en el tema, que se encargaron de analizar la estructura establecida por la UCV y verificar si los instrumentos utilizados aportan datos relevantes para el desarrollo del proyecto.

D. Confiabilidad

El presente trabajo utilizó metodología científica actual, por ello el nivel de confiabilidad aumenta ya que se investigó de diferentes autores en temas que involucran este tipo de generación de energía, todos ellos están citados respectivamente.

2.5 Procedimientos

Teniendo como escenario de estudio el Fundo la Quebrada el presente trabajo de investigación se inició realizando una ficha de máxima demanda anotando los niveles de radiación registrados por el solarímetro, luego se determinó los requerimientos hídricos para uso agrícola y consumo humano. Posterior a ello se seleccionaron los componentes que conforman el sistema de bombeo solar, esto se logró mediante el desarrollo de parámetros eléctricos y cálculos matemáticos. finalmente, se realizó la proyección económica mediante los indicadores VAN y TIR. Es necesario recalcar que todas las coordinaciones para la obtención de información se realizaron con el propietario del Fundo la Quebrada.

2.6 Métodos de análisis de datos

Todo el diseño del sistema fotovoltaico se realizó en el software AUTODESK INVENTOR, previo cálculo de los parámetros eléctricos, para realizar la evaluación económica de los indicadores VAN y TIR se hizo en el software Excel y también se obtuvo gráficos estadísticos de tendencia del registro del nivel de radiación solar.

2.7 Aspectos éticos

Este estudio tiene como fin principal la ética profesional, por ello no se menciona datos personales de los propietarios del fundo con ello se quiere mantener la privacidad de los mismos. En caso de los autores están debidamente citados dándoles el lugar que se merecen como investigadores. En cuanto a los resultados obtenidos son verdaderos ya que cuentan con sustento científico.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DETERMINAR EL NIVEL DE RADIACIÓN SOLAR PROMEDIO EN EL FUNDO LA QUEBRADA DEL CENTRO POBLADO “EL PAPAYO” DEL DISTRITO DE MOTUPE.

El presente informe se inició determinando los niveles de luz térmico en términos medios en el Fundo La QUEBRADA para ello se hicieron mediciones con el instrumento solarímetro cuyas características y calibración se detallan al final. (VER ANEXO 3).

La toma de valores de manera presencial se hizo por un periodo de 45 minutos por recolección entre las fechas 20/08/19 hasta el 29/08/19, tal como se muestra a continuación.

Tabla 2: *Niveles de radiación registrados en el fundo la Quebrada.*

DÍAS DE TOMA DE DATOS	NIVELES DE RADIACIÓN
	kW-h/m ²
20/08/2019	2.59
21/08/2019	2.17
22/08/2019	2.10
23/08/2019	3.65
24/08/2019	2.13
25/08/2019	2.52
26/08/2019	3.59
27/08/2019	2.49
28/08/2019	2.78
29/08/2019	2.50

Fuente: elaboración propia

Según el cuadro anterior las escalas de luz solar registrados varían entre 2.10 kW-h/m² y 3.65 respectivamente.

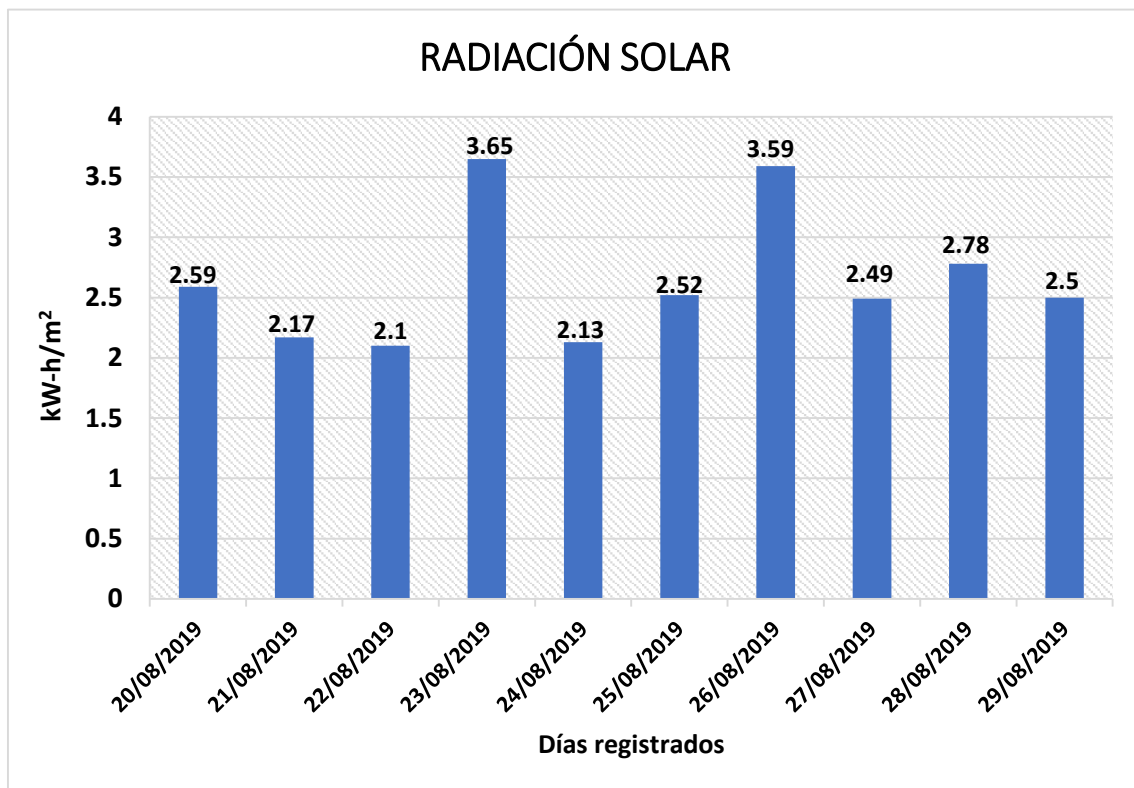


Figura 5: Radiación solar en kW-h

Efectivamente en las escalas de luz solar según los datos tomados in situ se desprende que se tiene como escala mínima de luz solar del día 22/08/19, cuyo valor se está considerando para los cálculos posteriores y con ello determinar los equipos ideales del proyecto.

3.2 DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA EL USO AGRÍCOLA EN EL FUNDO LA QUEBRADA.

A. Consumo hídrico Agrícola

Según el Ministerio de Agricultura el consumo hídrico para el cultivo de maíz amarillo en sistemas de riego por goteo es de 753.7 m³/ha.

Según los propietarios 20 días se demoran en regar todo el cultivo para ello se calcula la cantidad de agua por día.

$$\text{Uso de agua para Riego por hectárea} = 753.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Entonces para el tiempo que demora regar se obtiene:

$$\text{Uso de agua por día} = \frac{\text{hectárea}}{20 \text{ días}} \times 753.7 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} = 37.7 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tabla 3: Consumo de agua para cultivo.

ha	Elemento líquido total
4	150.8
Coeficiente de confianza	15.08

Fuente: elaboración propia

De la tabla 3 se desprende que 165.88 m³/día de agua se necesita para uso agrícola y con ello se cubre las 4 hectáreas de cultivo.

B. Consumo hídrico humano

De acuerdo al F.N.U.I y la OMS, el uso del elemento líquido en escalas menores para habitantes es de veinte litros por día, dicho valor aumenta a cincuenta litros cuando se toma en cuenta otras actividades como servicios higiénicos y lavandería.

A continuación, se calcula la cantidad de agua para consumo humano sabiendo que son 5 personas que laboran el fundo y que un litro de agua corresponde a 0.001 m³.

Tabla 4: *Consumo de agua por habitante.*

Habitantes	Elemento líquido al día	Final
cinco	cincuenta	0.25
Provisión: cinco %		0.013

Fuente: elaboración propia

De la tabla 3 se concluye que 0.26 m³/día de agua necesita para consumo humano cubriendo así las necesidades básicas de 5 personas.

Con ambos datos obtenidos hallamos la cantidad del elemento líquido para el fundo la Quebrada.

Sumando ambos los valores de la tabla 3 y 4 se obtiene lo siguiente:

Tabla 5: *Cantidad de elemento líquido para el fundo la Quebrada.*

Elemento líquido final	166.14 m³/día
-------------------------------	---------------------------------

Fuente: elaboración propia

De la tabla 5 se muestra la cantidad de agua que se necesita para abastecer al fundo la Quebrada.

También es necesario describir que se cuenta con dos perforaciones de donde se extrae agua, con eso se prevé alimentar las cuatro hectáreas de cultivo ósea dos hectáreas por perforación.

3.3 SELECCIONAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA DE BOMBEO.

A. Determinación de la carga sumergible

Como se sabe se necesita 166.14 m³/día de agua, y el tiempo de funcionamiento de las bombas es de nueve h. en una jornada, dato obtenido del propietario.

$$83.07 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{9 \text{ h}} = 9.23 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.00256 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$9.23 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 9230 \frac{\text{l}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 2.56 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Hallamos la elevación manométrica

Este cálculo se realizó mediante la fórmula **Hazen – Williams**.

$$E = 10.674 \times \left[\frac{C^{1.852}}{V^{1.852} \times A^{4.871}} \right] \times L$$

Esto significa:

E: Elevación (m).

C: Cause (0.00128 m³/s).

V: Variable del PVC (140) (VER ANEXO 4).

A: La mitad del área del tubo (0.0545 m).

Pérdidas en el momento de la absorción

- Ocho m. de red de 8"
- un codo de noventa grados 4 pulgadas que es igual a 1.58 m
- un controlador de fluido igual a 5.25 m
- Por lo tanto, resulta lo siguiente = 14.83 m

$$E_{\text{absorción}} = 10.674 * \left[\frac{0.00000439089}{9432.550132 * 0.00000069982} \right] * 14.83$$

$$E_{\text{absorción}} = 0.106 \text{ m. c. a}$$

$$H_{\text{estática}} = 4 \text{ m. c. a}$$

Materiales identificados para las salidas de la bomba

- Tubo de 4" de 8 metros
- Codo de 90° para 4", 2 unidades de 6.14 m
- Tee de 4", 1 unidad de 2.05 m
- Tubo de 2" de 8 metros
- Codo dos pulgadas, de 3.15 m

Supresión en la red de cuatro pulgadas

Resulta los siguiente: L: 16.19 metros

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$E = 0.015 \text{ m. c. a}$$

Pérdidas en tubería de 2"

Entonces se tiene que $L = 8 + 3.15 = 11.15$ metros

$$E = 10.674 * \left[\frac{(0.00128)^{1.852}}{(140)^{1.852} * (0.0545)^{4.871}} \right] * 11.15$$

$$E = 0.079 \text{ m. c. a}$$

Materiales identificados en los puntos más alejados

- Tubo de 4" de 450 m
- 2 unidades de Tee de 4" con 4.09 m
- Tubo de 2" de 350 m
- 2 unidades de control de fluido de 2" de 7.02 m
- 2 unidades Tee de 2" de 3.12 m

Supresión en la red de cuatro pulgadas

De lo anterior se obtiene: $L = 4.09 + 450 = 454.09$ metros

$$E = 10.674 \times \left[\frac{(0.00256)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.1084)^{4.871}} \right] \times 454.09$$

$$\mathbf{E = 0.409 \text{ m. c. a}}$$

Pérdidas en tubería de 2"

También se obtiene: $L = 3.12 + 350 + 7.02 = 360.14$ metros

$$E = 10.674 \times \left[\frac{(0.00128)^{1.852}}{(140)^{1.852} \times (0.0545)^{4.871}} \right] \times 360.14$$

$$\mathbf{E = 2.56 \text{ m. c. a}}$$

Presión para el sistema de goteo = 20.7 m.c.a (dato del fabricante).

Filtros: 4 m.c.a (metro columna de agua).

En tal sentido la altura dinámica total es:

$$\mathbf{TDH = HE + EA}$$

Dónde:

TDH: Altura dinámica total

HE: Altura manométrica estática (4 m.c.a).

EA: Elevación de absorción

$$\mathbf{HF = 0.106 + 0.015 + 0.079 + 0.409 + 2.56 + 20.7 + 4 = 27.87 \text{ m. c. a}}$$

$$\mathbf{TDH = 4 + 27.87}$$

$$\mathbf{TDH = 31.87 \text{ m.c.a}}$$

Teniendo en cuenta la elevación manométrica de succión de 27.87 m y el caudal de 9.23 m³/h se eligió el equipo de absorción de agua de 0.75 kW cuyas características técnicas se detallan en anexos. (VER ANEXO 5).

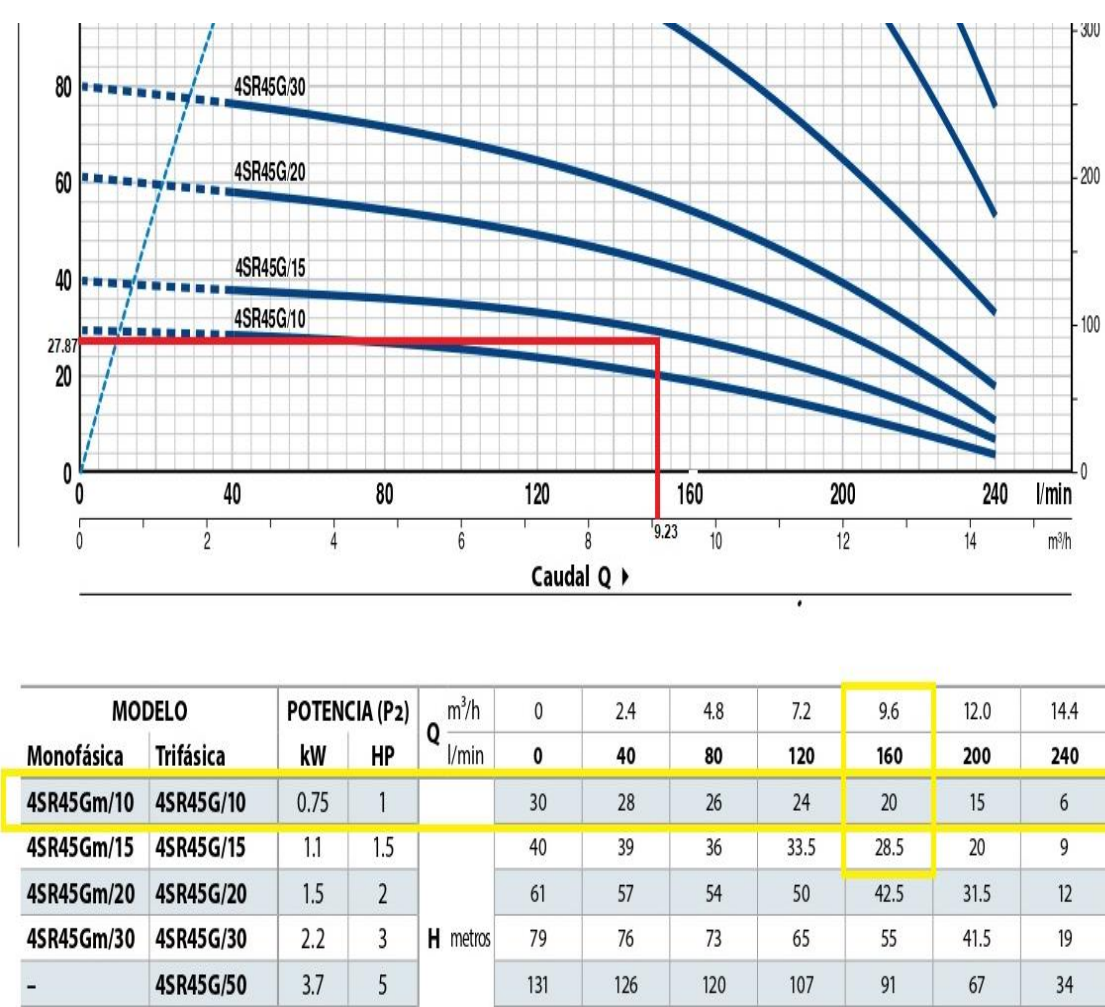


Figura 6: Selección de la bomba

Como se sabe son dos pozos el cual sumando las potencias de las dos bombas y el tiempo estimado de funcionamiento se obtiene la energía eléctrica necesaria para obtener de los paneles solares.

$$E = 2 \times 0.75 \text{ kW} \times 9\text{h} = 13.5 \text{ kW.h}$$

Cálculo de consumo real

$$R = \frac{T}{G} (W. h)$$

Esto significa:

R : Trabajo oficial

T: Trabajo final

G: Ganancia

$$G = (1 - Z_A - Z_B - K_v) \times \left(1 - \frac{M_z \times N}{D}\right)$$

Fechas de Autonomía y des energización del acumulador

N = cuatro días

$$D = 0.8$$

Ganancia:

$$G: 0.78$$

Reemplazando tenemos:

$$R = \frac{T}{G} (Wh)$$
$$R = \frac{13.5 \text{ kW. h}}{0.78}$$

$$R = 17.3 \text{ (kW. h)}$$

B. Selección del módulo solar

$$N_t = \frac{R}{P_p \times H_{ps} \times C}$$

Esto significa:

N_t: Cantidad de módulos

R: Trabajo oficial (17300 Wh).

P_p: Capacidad del panel (370 W).

H_{ps}: Hora máximo critico (5.75 h), según "Atlas"

C: Coeficiente (0.9).

$$N_t = 10 \text{ paneles}$$

Ahora seleccionamos los módulos solares:

Capacidad del panel: 370 W

Voltaje: 24 Voltios

Intensidad de corriente: 9.95 Amperios

(VER ANEXO 6)

Determinación de números de paneles que se agruparan en serie

$$N_s = \frac{V \text{ sistema}}{V \text{ panel}}$$

$$N_s = \frac{48 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 2$$

$$N_s = 2 \text{ paneles en serie}$$

Determinación de números de paneles que se agruparan en paralelo

$$N_T = \frac{\text{Número total de paneles}}{\text{Número de paneles en serie}}$$

$$N_T = \frac{10}{2} = 5$$

$$N_T = 5 \text{ agrupaciones de paneles en paralelo}$$

De ello concluimos que se tiene cinco uniones de módulos solares en conexión cotejo estando aquellos agrupados por dos paneles en serie, haciendo un número total de 10 paneles.

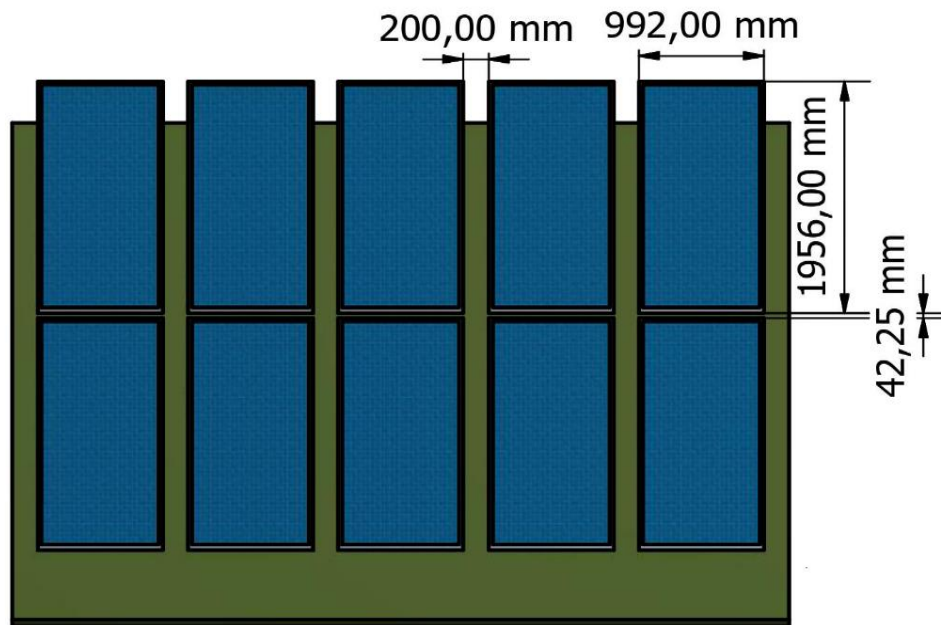


Figura 7: Distribución de los módulos solares

Como se puede notar en la figura 9 la distribución de los 10 paneles se realizó teniendo una separación de 20 cm y 4.225 cm.

Nivelación de los módulos

En cuanto a la inclinación de los paneles lo óptimo es que sea de $8^{\circ},66$, pero a fin de evitar alojamiento de agua se recomienda inclinar a 10° .



Figura 8: Inclinación de los paneles solares

Estructura del panel solar

Dichas estructuras son de las mismas dimensiones del panel solar 0.992 m x 1.956 m y presentan una inclinación de 10°.

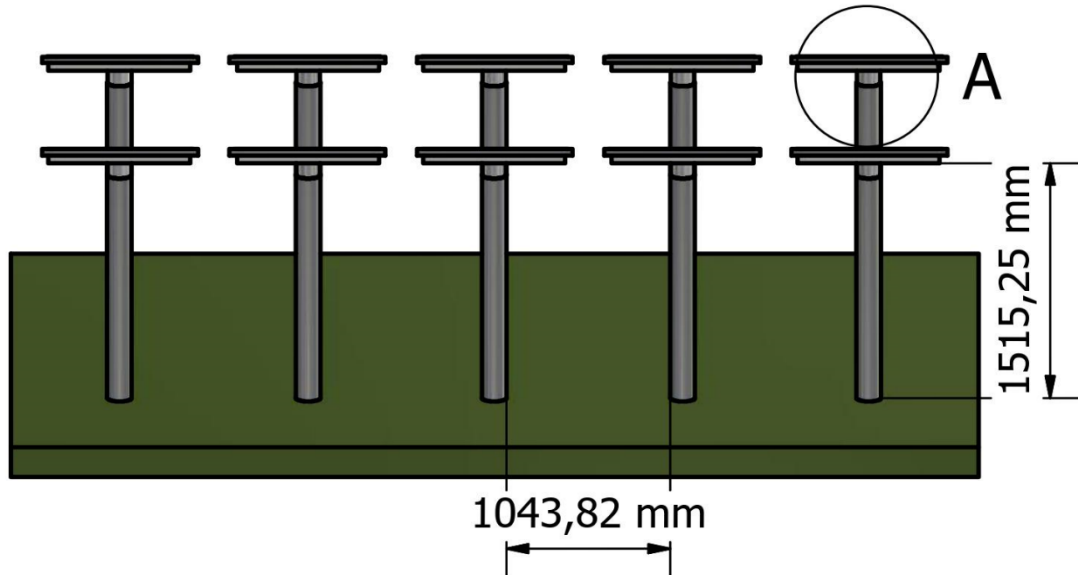


Figura 9: Soporte de los paneles solares

La figura anterior muestra la estructura de los paneles solares el cual es de 2 metros, donde 1.52 m sobresale del subsuelo y el resto está dentro del suelo, cada soporte tiene una separación de 1.05 m.

C. Selección de la batería

Con la siguiente fórmula resolvemos:

$$C_n = \frac{R}{V_s} \times \frac{N}{D}$$

C_n = Capacidad del acumulador (Ah).

R = Trabajo oficial (17300 Wh).

N : Fechas de A. (cuatro días).

D = Hondura de desenergización (0.8).

V_s = Tension (cuarenta y ocho V.).

$$C_n = \frac{17300 \text{ W.h}}{48 \text{ V}} \times \frac{4 \text{ días}}{0.8}$$

$$C_n = 1802 \text{ (A.h)}$$

Se eligió la batería de doscientos cincuenta y cuatro amperios hora.

$$\text{Número de baterías} = \frac{\text{capacidad del sistema}}{\text{capacidad de las baterías}}$$

$$\text{Número de baterías} = \frac{1802 \text{ A. h}}{254 \text{ A. h}} = 7 \text{ grupos de baterías}$$

Se conectarán 4 acumuladores en serie y con ello se alcanza la tensión que genera el panel solar, de ello se obtiene 7 equipos conectados en cotejo que finalmente hacen una cantidad de 28 acumuladores de la marca TROJAN, modelo 8D-AGM, de 12 V con una capacidad de 254 Ah. (VER ANEXO 7).

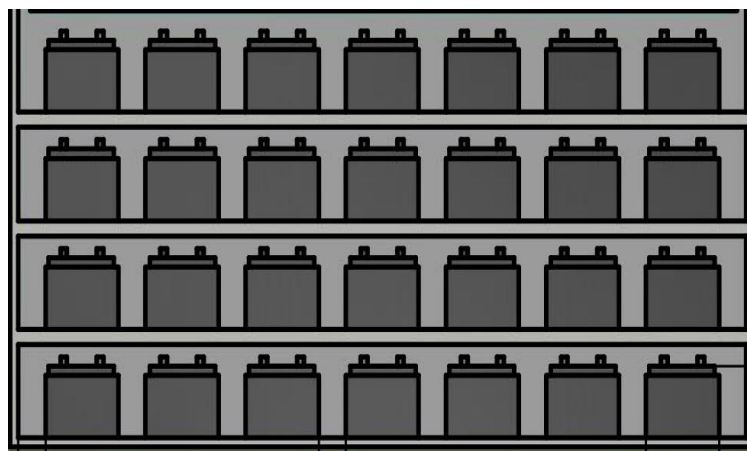


Figura 10: Distribución de las baterías

Como se puede notar en la imagen anterior se visualiza las 28 baterías en el tablero autosoportado, los acumuladores están agrupados en 4 filas de manera horizontal, cada fila está compuesto de 7 baterías.

D. Selección del controlador

$$I_{\text{pico}} = I_{\text{cc}} \times N_p$$

Esto significa:

I_{pico} = Amperaje pico (A).

I_{cc} = Amperaje del panel (9.95 A).

N_p = Cantidad de módulos en cotejo (5 paneles).

$$I_{\text{pico}} = 5 * 9.95A$$

$$I_{\text{pico}} = 49.75 \text{ A}$$

Se selecciona 1 regulador de marca: POWER INVERTER, modelo: CM5024Z de 48 V y 50 amperios (VER ANEXO 8).

E. Selección del Inversor

Se sabe que la potencia de las dos bombas sumergibles suma una potencia total de 1.5 kW, para ello se seleccionó el inversor de marca BETSUN, modelo BPS-5000M de 48V DC – 220 V AC y 2 kW. (VER ANEXO 9).

Los elementos descritos anteriormente como el regulador, las baterías, inversor y el resto de dispositivos y accesorios están dispuestos dentro de un tablero autosoportado diseñado para acondicionar los dispositivos en mención, dicho tablero resulta de las siguientes dimensiones 2.75 m x 2.03 x 0.85m y tiene un sistema de ventilación para refrigerar las baterías.

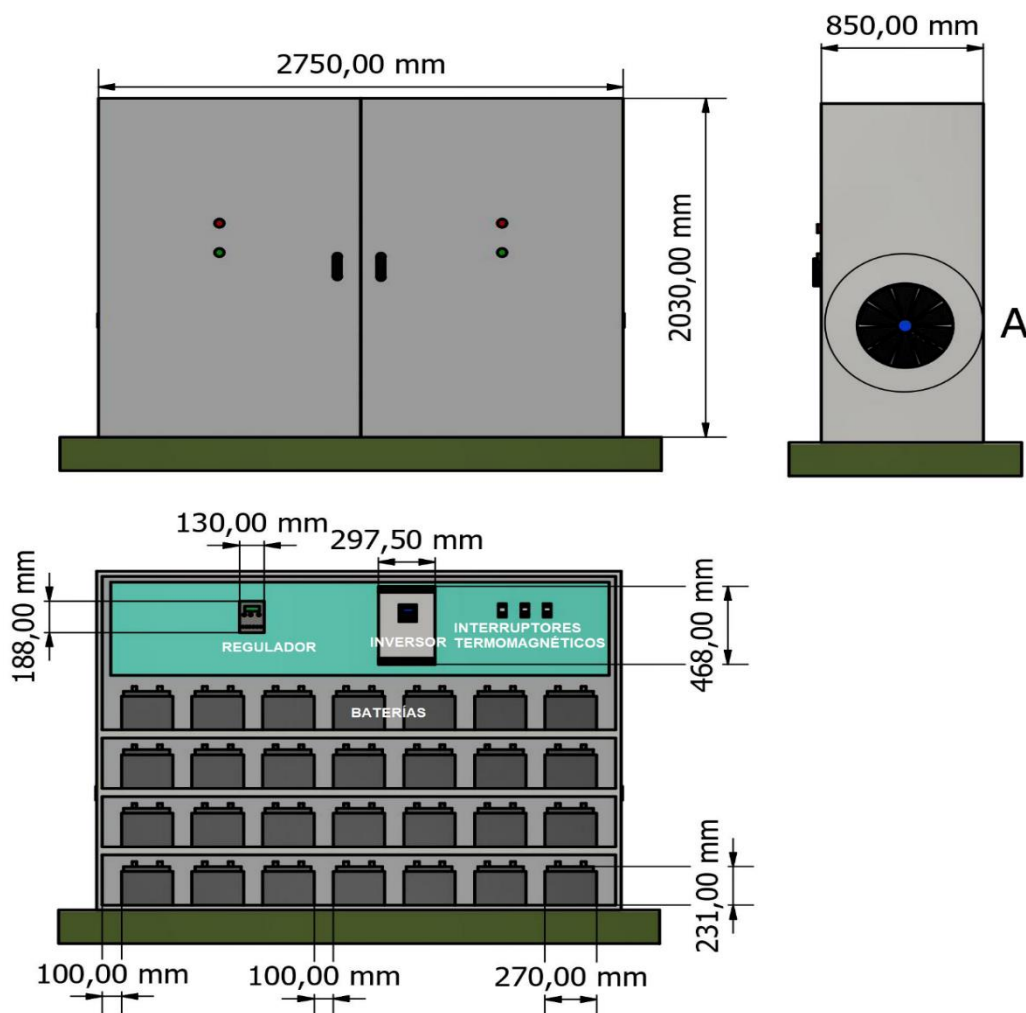


Figura 11: Distribución de los componentes del sistema fotovoltaico

F. Selección del cableado

Conductor del módulo solar - Regulador

El cable está diseñado para tolerar el amperaje pico del regulador, este tiene un amperaje de 49.75 A, por ello se escoge un cable: 10 mm² en NH-80.

Cable del controlador al acumulador

El cable debe tolerar el menor amperaje, siendo este igual a lo antes mencionado, por ello se elige un cable de: 10 mm² en NH-80.

Cable del acumulador - convertidor DC/AC

El cable debe tolerar la intensidad que el convertidor requiere y con ello suministrar a las cargas, siendo estos siete amperios, donde se escoge un cable de 1.5 mm² en NH-80.

Cable del DC/AC - bombas

Como ya se sabe el amperaje de las bombas se escoge el mismo conductor antes mencionado. (OBSERVAR ANEXO 10).

G. Cálculo de Caída de Tensión

$$CT = \frac{0.0309 \times I \times L \times \cos\phi}{S \times V} \times 100$$

Dónde:

I: Amperaje (A).

L: Distancia (m)

S: Área del cable (mm²)

V: Voltaje (V)

Cosφ: 0.90

La caída de tensión no debe superar el tres por ciento.

Cable del módulo solar - controlador

$$CT: \frac{0.0309 * 49.75 \text{ A} * 10 \text{ m} * 0.90}{10 \text{ mm}^2 * 48 \text{ V}} * 100 = 2.88$$

2.88 bien

Cable del controlador de carga al acumulador

$$CT: \frac{0.0309 * 49.75 \text{ A} * 5 \text{ m} * 0.90}{10 \text{ mm}^2 * 48 \text{ V}} * 100 = 1.44$$

1.44 bien

Cable del acumulador - convertidor

$$CT: \frac{0.0309 * 7 \text{ A} * 5 \text{ m} * 0.90}{1.5 \text{ mm}^2 * 48 \text{ V}} * 100 = 1.35$$

1.35 bien

Cable del convertidor a las bombas

$$CT: \frac{0.0309 * 7 \text{ A} * 10 \text{ m} * 0.90}{1.5 \text{ mm}^2 * 48 \text{ V}} * 100 = 2.70$$

2.70 bien

3.4 REALIZAR LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO PROPUESTO.

La evaluación económica del presente trabajo de investigación es la siguiente:

A. Costo de los componentes solares

Tabla 6: *Presupuesto de equipamiento del sistema fotovoltaico.*

COMPONENTE	UNIDAD	CTD	P. UNITARIO	P. TOTAL
Estructura del panel solar 0.992 m x 1.956 m	und	10	S/140.00	S/1,400.00
Panel solar de 370 W	und	10	S/868.61	S/8,686.10
Bomba sumergible de 1 HP	und	2	S/2,365.00	S/4,730.00
Batería de 254 Ah	und	28	S/900.00	S/25,200.00
Regulador de carga 50 A	und	1	S/717.69	S/717.69
Inversor 48 V DC- 220 V AC	und	1	S/1,738.52	S/1,738.52
Conductor NH-80 de 10 mm ²	rollo	1	S/140.00	S/140.00
Conductor NH-80 de 1.5 mm ²	rollo	1	S/108.00	S/108.00
Tubo PVC 1 pulgada de 3 m	und	20	S/7.50	S/150.00
Accesorios PVC	glb	1	S/500.00	S/500.00
Tablero autosoportado de 2.03 m x 2.75 m x 0.85 m	und	1	S/1,800.00	S/1,800.00
Interruptor termomagnético 50 A	und	1	S/52.00	S/52.00
Interruptor termomagnético 10 A	und	2	S/30.00	S/60.00
Pulsador NC	und	2	S/10.00	S/20.00
Pulsador NO	und	2	S/10.00	S/20.00
COSTO TOTAL DE EQUIPOS Y ACCESORIOS				S/45,322.31

Fuente: elaboración propia

B. Presupuesto Servicio de Instalación del Sistema Fotovoltaico

Tabla 7: *Presupuesto de instalación del sistema fotovoltaico.*

Descripción	Precio Total S/.
Montaje Electromecánico	S/10,000.00
Transporte	S/3,000.00
Presupuesto Servicios	S/13,000.00

Fuente: elaboración propia

Presupuesto Total del Sistema Fotovoltaico:

Tabla 8: *Presupuesto total del sistema fotovoltaico.*

Descripción	P. Total S/.
Presupuesto Equipamiento	S/45,322.31
Presupuesto de instalación	S/13,000.00
Presupuesto Servicios	S/103,644.62

Fuente: elaboración propia

Realizando la suma correspondiente, la investigación tiene una inversión de **S/ 103,644.62**

C. Ingresos

Como ya se vio antes se dispone de 4 ha de lotes para cultivo, para ello es necesario saber algunos datos técnicos del sembrío de maíz.

Tabla 9: *Separación entre surco y sembrío de maíz.*

(ha)	Separación por zanja	Separación por sembrío
uno	0.80 m	0.50 m

Fuente: elaboración propia

$$\text{Número de Surcos} = \frac{\text{cien}}{0.80} = \mathbf{125 \text{ surcos por hectárea}}$$

$$\text{Número de Puntos de sembrío de Maíz} = \frac{100}{0.50} = \mathbf{200 \text{ puntos por surco}}$$

También se supo que, un plantón tiene dos unidades del mencionado cultivo, entonces con ello se halla el número de plantones por surco.

$$\text{Número de Plantones de Maíz} = 2 \times 200 = \mathbf{400 \text{ por surco}}$$

Se sabe que son 125 surcos, por lo tanto:

$$\text{Número de Plantones Totales} = 400 \times 125 = \mathbf{50000 \text{ por hectarea}}$$

Finalmente se necesita saber la cantidad de plantones por las 4 ha de cultivo.

$$50000 * 4 = \mathbf{200000 \text{ matas}}$$

El cultivo mencionado es para la venta como panca para los ganados y cuyes, esto se realiza tres veces al año, para ello se sabe que el valor de la panca en este sector es de ocho matas de maíz por un sol.

Los ingresos anuales se detallan a continuación:

Tabla 10: *Ingresos total del proyecto.*

Número	Precio	Precio por temporada	Precio por 3 temporadas
200000	Ocho por un Sol	25000 soles	75000 soles

Fuente: elaboración propia

Los ingresos del proyecto hacen un monto total de **S/. 75,000.00**

D. Egresos

En los egresos se está considerando:

Costo de trabajadores por sembrío (siete trabajadores a cuarenta soles por jornada en un tiempo total de siete jornadas) que es igual a **1960 soles**.

Costo de trabajadores por riego (2 trabajadores a cuarenta soles por jornada x 20 jornadas) que es igual a **1600 soles**.

Gastos de salario de peones por mantenimiento del sembrío (4 peones a 40 soles por 4 días) que es igual a **640 soles**.

Gastos de mantenimiento del sistema fotovoltaico es igual al 5% de costo total del presupuesto. (5% x 118644.62) es igual a **5932.231 soles**.

Gastos de operario del sistema fotovoltaico (1 operario a 50 soles por un año) es igual a **18250 soles**.

Tabla 11: *Egresos total del proyecto.*

Descripción	Gasto por temporada de 4 ha	Gasto por 3 temporadas
Gastos para sembrío	S/. 1,960.00	S/. 7,560.00
Costo para riego	S/. 1,600.00	S/. 4,800.00
Mantenimiento de sembrío (abono)	S/. 4,000.00	S/. 12,000.00
Costo de mantenimiento (pagos)	S/. 640.00	S/. 1,920.00
Costo de mantenimiento del sistema		S/. 5,932.23
Costo de operario del sistema Fovoltaico		S/. 18,250.00
EGRESOS TOTAL		S/. 49,712.23

Fuente: elaboración propia

Realizando los cálculos correspondientes se tiene que los egresos del proyecto suman un total de **S/. 49,712.23**.

E. Proyección del VAN Y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) , es una fórmula financiera que permite saber si una inversión es viable o no, es viable cuando el VAN obtenido es un número mayor que cero.

Este indicador se junta con otro indicador que es la Tasa de Interna de Retorno (TIR), El cual para considerar variable el proyecto debe ser mayor a la tasa de interés anual, cuyo valor según su portal web de la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) es de 12%.

Para desarrollar ambos indicadores financieros es necesario conocer el Flujo Neto Efectivo, que es la resta de los ingresos y los egresos del proyecto.

Tabla 12: *Proyección del VAN y TIR.*

PERIODO (AÑOS)	INVERSIÓN	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO EFECTIVO
0	S/103,644.62			-S/103,644.62
1		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
2		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
3		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
4		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
5		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
6		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
7		S/75,000.00	S/49,712.23	S/25,287.77
TASA DE INTERES ANUAL				12.00%
VAN				S/11,762.60
TIR				16%

Fuente: elaboración propia

Podemos notar que en el cuadro once los indicadores de VAN y TIR cumplen con los requisitos para considerar viable un proyecto, obteniendo un VAN positivo de 11,762.60 Nuevos Soles y una TIR DE 16%, con ello se estima que la presente investigación es viable en periodo de 7 años.

3.5 DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis que planteaba que si realizamos el Diseño de un Sistema Fotovoltaico, entonces podremos abastecer de electricidad a los equipos utilizados para extraer agua en el Fundo LA QUEBRADA del Centro Poblado “El Papayo” del Distrito de Motupe.

La problemática descrita en nuestro proyecto guarda relación con lo que sostiene Chozo (2019), quien sostiene que el elemento líquido que utilizan hoy lo consiguen desde una perforación, este proceso lo realizan con equipos de bombeo con petróleo el cual les genera elevados costos. Igual lo es el Fundo la Quebrada que cuenta con dos pozos de aproximadamente de 27.87 m por lo que urge un sistema fotovoltaico.

Guevara y Silva (2018) y Diaz (2016), en sus respectivas tesis hacen referencia que los propietarios no pueden ampliar sus sembríos de productos debido a la falta del recurso hídrico ya que no cuentan con suministro de energía eléctrica que permita alimentar las electrobombas. Lo mismo ocurre con el fundo la Quebrada actualmente no puede desarrollar el cultivo de maíz a su 100% y luego venderlo como alimento para animales.

Por ese motivo Chozo (2019), Diaz (2016), Guevara y Silva (2018) y Heredia y Sánchez (2018) plantean extraer agua mediante el uso de sistema de bombeo solar, y así suministrar a los habitantes y cultivos, utilizando la energía solar mediante un sistema fotovoltaico. Lo dicho por los autores en mención es totalmente cierto, ya que debido a q no se encuentran cerca de la red eléctrica convencional, la opción más ideal es implementar un sistema de bombeo solar el cual traerá grandes ventajas para el fundo la Quebrada.

Heredia y Sánchez (2018), afirman que, si es posible y rentable producir electricidad a través de sistemas fotovoltaicos, afirmación aceptada ya que en nuestro trabajo de investigación resulta rentable la implementación de este sistema que cuenta con una inversión de S/103,644.62 y mediante los indicadores financieros se estima el recupero de la inversión en periodo de 7 años.

IV. CONCLUSIONES

- Se determinó los niveles de radiación que según los datos tomados in situ se desprende que se tiene como escala mínima de luz solar el dato promedio a 2.10 kW-h/m², cuyo valor se consideró en los cálculos y en la determinación de los elementos que conforman el sistema descrito en la investigación.
- Se determinó que el recurso hídrico para abastecer el fundo la Quebrada hace un total de 166.14 m³/día de los cuales se desprende que 165.88 m³/día de agua se necesita para uso agrícola y con ello se cubre las 4 hectáreas de cultivo y 0.26 m³/día de agua necesita para consumo humano cubriendo así las necesidades básicas de 5 personas.
- Luego de realizar los cálculos necesarios se seleccionaron los componentes que conforman el sistema fotovoltaico los cuales son: 2 bombas sumergibles, 10 módulos solares, 28 baterías, 1 regulador de carga, 1 Inversor DC-AC y Conductores eléctricos.
- Se realizó la evaluación económica teniendo como inversión del proyecto un monto de S/103,644.62, de ello se obtuvo un VAN positivo de 11,762.60 Nuevos Soles y una TIR DE 16%, con ello se estima que la presente investigación es viable en periodo de 7 años.

V. RECOMENDACIONES

- No sobrecargar ningún dispositivo a ejercer actividades al que su capacidad nominal no les permita, como operar bombas centrifugas de mayor capacidad al sistema de riego, el cual haría que el sistema fotovoltaico falle.
- Se recomienda limpiar los paneles solares, para así evitar que se acumule polvo o suciedad el cual impediría que el panel solar capte de forma eficiente la luz del sol, para ello también considerar la inclinación ideal descrito en el proyecto.
- No prolongar el tiempo de trabajo del sistema fotovoltaico a un tiempo mayor a 9 horas, ya que eso podría consumir en su totalidad la carga de las baterías y afectar a todo el sistema fotovoltaico.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y alargar la de los elementos y dispositivos, en el presente trabajo se está considerando un monto total de S/. 5,932.23.

REFERENCIAS

Banco Mundial. 2017,. ENERGÍA SOLAR. [En línea] 29 de NOVIEMBRE de 2017,. [Citado el: 27 de AGOSTO de 2020.] <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/11/29/solar>.

Barberá. 2018,. *Introducción a la Energía Fotovoltaica*. ESPAÑA : s.n., 2018,.

Blog. AUTO SOLAR PERÚ. [En línea] [Citado el: 23 de AGOSTO de 2020.] <https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/conexion-en-serie-y-en-paralelo-de-paneles-solares>.

Chozo. 2019,. *DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER LA DEMANDA HÍDRICA DEL FUNDO SAN LUIS - CASERÍO SAN PEDRO DE SASAPE - ILLIMO*. CHICLAYO : s.n., 2019,.

delta Volt. 2010-2020. ATLAS. *Radiación Solar por Departamento*. [En línea] 2010-2020. [Citado el: 27 de AGOSTO de 2020.] <https://deltavolt.pe/phocadownload/Lambayeque.jpg>.

Díaz. 2018,. *PROYECTO DE INVERSIÓN SOCIAL PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE HUACA BANDERA – DISTRITO DE PACORA — PROVINCIA DE LAMBAYEQUE USANDO UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR*. CHICLAYO : s.n., 2018,.

Guevara y Silva. 2018,. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA EL CULTIVO DE ESPARRAGO EN EL FUNDO BOBADILLA -FERREÑAFE*. CHICLAYO : s.n., 2018,.

Gutiérrez. 2002,. *MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAÍCOS*. COSTA RICA : HANDLE, 2002, 02.

Heredia y Sánchez. 2018,. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO POR GOTEO AUTOMATIZADO PARA TERRENOS DE CULTIVO DE ESPÁRRAGOS DEL FUNDO INCA VERDE EN EL SECTOR PAMPAS LA SANDIA PROVINCIA DE CHEPÉN -DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD*. PIMENTEL : s.n., 2018,.

Hernández, Fernández y Baptista. 2014,. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. México : McGraw-Hill Interamericana, 2014,. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

INGESOL. SISTEMA DE BOMBEO SOLAR. [En línea] [Citado el: 25 de AGOSTO de 2020.] <https://ml-ingesol.com.ar/bombeo-solar/>.

Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagomes. 2014,. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CUANTITATIVA-CUALITATIVA Y REDACCION DE TESIS*. Bogotá : Ediciones de la U, 2014,. ISBN 978-958-762-188-4.

Perpiñán. 2018,. *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. ESPAÑA : CREATIVE CROMMONS, 2018,. 1.9.

Proyecto EnDev/GIZ. 2013,. *INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*. Lima : s.n., 2013,.

UN PANORAMA DE LAS ENERGIAS RENOVABLES EN EL MUNDO, LATINOAMERICA Y COLOMBIA. **Robles; Rodriguez. 2018,.** 34, COLOMBIA : ESPACIOS, 2018,, Vol. 39. ISSN 0798 1015.

Universidad Nacional de Ingeniería. 2006,. PERÚ ECONÓMICO. *El estado actual del uso de la energía solar en el Perú*. [En línea] noviembre de 2006,. [Citado el: 26 de AGOSTO de 2020.] <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/Energia%20solar%20en%20Peru%20perueconomico.pdf>. 11.

Vernia. 2017,. *BOMBEO SOLAR*. PAISES BAJOS : UJI, 2017,. SIV007.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE MÁXIMA DEMANDA DE RADIACIÓN SOLAR

FICHA DE MÁXIMA DEMANDA	
DÍAS DE TOMA DE DATOS	NIVELES DE RADIACIÓN
	kW-h/m ²


FELIPE VALDERA SANTISTEBAN
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 220131



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Instrumento: Registro de máxima demanda

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

APELLIDOS Y NOMBRES: Valdera Santisteban Felipe

PROFESIÓN: Ingeniero Mecánico Electricista

ACTIVIDAD LABORAL ACTUAL: Supervisor de seguridad

Estimado (a) experto (a), el instrumento a validar es un **registro de observación de máxima demanda de radiación solar**, objeto de estudio por favor le pedimos responda las siguientes preguntas:

a) Considera pertinente la aplicación de este **registro de observación de máxima demanda de radiación solar**, para los fines establecidos en esta investigación.

Es pertinente ☒ Poco pertinente ☐ No es pertinente ☐

b) Considera que el formato es adecuado para la recolección de datos.

Es adecuado ☒ Poco adecuado ☐ No es adecuado ☐


FELIPE VALDERA SANTISTEBAN
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 220131

ANEXO 2: FICHA DE ENCUESTA

ENCUESTA N° 01

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: “Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El Papayo del Distrito de Motupe”

AUTORES:

Chiscul Esquives Anyelo Hernan

Manayay Flores Marck Antony

Monteza Rinza Geraldine

Relúz Pisfil Jorge Joel

INSTRUCCIONES: Responda las siguientes preguntas de forma detallada.

1. Datos personales del encuestado
2. ¿Cuántas hectáreas de terreno de cultivo tiene y que siembra?
3. ¿Qué método de bombeo utiliza y que tan rentable es?
4. ¿Cuántas horas bombea?
5. ¿Cuál es la principal causa de no tener energía eléctrica convencional?
6. ¿Estaría dispuesto a invertir en sistema solar fotovoltaico?



FELIPE VALDERA SANTISTEBAN
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 220131



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Instrumento: Encuesta

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

APELLIDOS Y NOMBRES: Valdera Santisteban Felipe

PROFESIÓN: Ingeniero Mecánico Electricista

ACTIVIDAD LABORAL ACTUAL: Supervisor de seguridad

Estimado (a) experto (a), el instrumento a validar es una **encuesta**, objeto de estudio por favor le pedimos responda las siguientes preguntas:

a) Considera pertinente la aplicación de esta **encuesta**, para los fines establecidos en esta investigación.

Es pertinente ☒ Poco pertinente ☐ No es pertinente ☐

b) Considera que el formato es adecuado para la recolección de datos.

Es adecuado ☒ Poco adecuado ☐ No es adecuado ☐


FELIPE VALDERA SANTISTEBAN
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 220131

ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO

SOLARIMETRO



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

1 CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Dirección : CAL. JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

2 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR
Marca : AMBIENT WEATHER
Modelo : TM-206
Serie : 120901868
Alcance : 2000 W/m2
Procedencia : Taiwan

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
Fecha : 2019-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

4 METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DG 4062	LTF-C-103-2018	INACAL-DM
TERMOHIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-062-2019	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2019	INACAL-DM

6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Máximo Oriundo Cordero
CIP: 94415
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Iurigancho - Lima - Lima

Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038

ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe

Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

Página : 2 de 2
Fecha : 2019-04-29

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificación de Panel de Control		Conforme
Verificación de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

Medición de Potencia Solar (W/m²)

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
190,0	191,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUMBRE (W/m ²)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

FIN DE DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Iurigancho - Lima - Lima
 Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
 ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
 Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

ANEXO 4: COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS



Tabla de coeficientes de Hazen-Williams

Material	Coeficiente
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

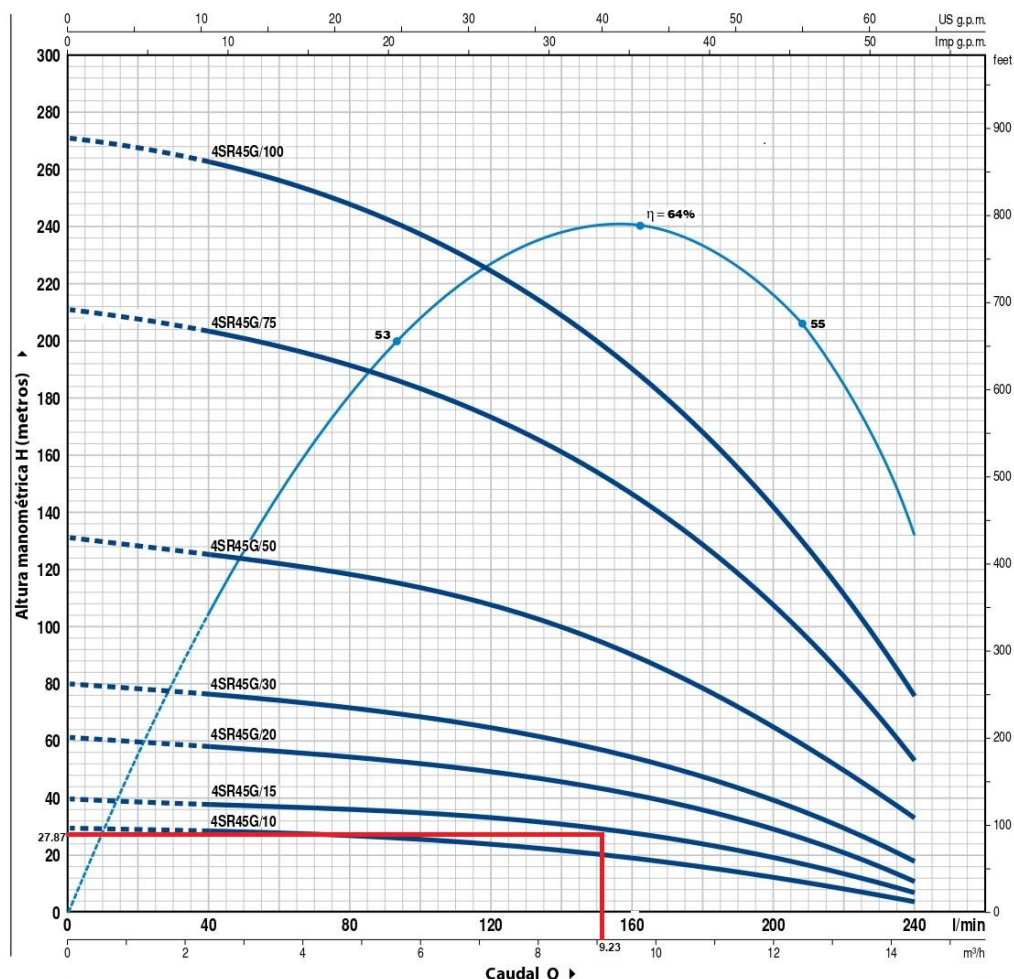
ANEXO 5: BOMBA SUMERGIBLE PEDROLO MODELO 4SR45Gm/10

4SR45G



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q	m³/h	0	2.4	4.8	7.2	9.6	12.0	14.4
Monofásica	Trifásica	kW	HP		l/min	0	40	80	120	160	200	240
4SR45Gm/10	4SR45G/10	0.75	1	H metros	30	28	26	24	20	15	6	
4SR45Gm/15	4SR45G/15	1.1	1.5		40	39	36	33.5	28.5	20	9	
4SR45Gm/20	4SR45G/20	1.5	2		61	57	54	50	42.5	31.5	12	
4SR45Gm/30	4SR45G/30	2.2	3		79	76	73	65	55	41.5	19	
–	4SR45G/50	3.7	5		131	126	120	107	91	67	34	
–	4SR45G/75	5.5	7.5		210	204	191	173	149	109	54	
–	4SR45G/100	7.5	10		270	262	249	226	192	140	76	

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

ANEXO 6: MÓDULO SOLAR BAUER 370 W, 24 V

Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer



S/.868,61 SIN IGV
S/. 736,11

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalo el jueves 2 de julio en agencia Marvisur de provincias

Fabricante: Bauer | Cod. Artículo: 1002118

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

25 años de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

En AutoSolar Energía del Perú puede comprar el Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer al mejor precio del mercado. Un módulo que cuenta con una relación potencia-precio excelente en la actualidad y que es idóneo para su uso en sistemas solares fotovoltaicos. La característica fundamental de este módulo es su composición de células monocristalinas de elevado rendimiento, que ofrecen casi un 25% más de producción respecto a un panel de 300W y con el mismo tamaño físico. Es perfecto para sistema aislados, sistemas de conexiones a red y kits de bombeo solar directo gracias a su elevada eficiencia. Además, gracias a este modelo de panel podrá disfrutar de mayor potencia con menor superficie útil. En su parte trasera incorpora el cableado con 90cm de cable por cada polo para su fácil conexión.

Descripción	Ficha Técnica	Opiniones (0)	Preguntas (5)
-------------	---------------	---------------	---------------

- Potencia del Panel Solar: 370W
- Tipo de Célula del Panel Solar: Monocristalino
- Rigidez del Panel Solar: Rígido
- Dimensiones del Panel Solar: Largo x Ancho x Grueso (mm) 1956 x 992 x 40 mm
- Tensión Máxima Potencia: 40.1V
- Corriente en Cortocircuito ISC: 9.95A
- Eficiencia del Módulo: 19,00%
- Amperios Máximos de Salida IMP: 9.23A
- Tensión en Circuito Abierto: 48.3V
- Voltaje de Trabajo del Panel Solar: 24V
- Peso del Panel Solar: 21.5Kg
- Marco del Panel Solar: Blanco y Gris
- Garantía del Panel Solar: 25 años

ANEXO 7: BATERÍA TROJAN 12 VOLTIOS-254 Ah



8D-AGM DATA SHEET

MODEL: 8D-AGM
VOLTAGE: 12
DIMENSIONS: Inches (mm)
BATTERY: VRLA AGM
COLOR: Black (case/cover)
MATERIAL: ABS
WATERING SYSTEM: N/A



PRODUCT SPECIFICATIONS

BCI GROUP SIZE	TYPE	CAPACITY ^A	CRANKING Performance		CAPACITY ^B Amp-Hours (AH)				ENERGY (kWh)	TERMINAL Type ^G	DIMENSIONS ^C Inches (mm)			WEIGHT lbs. (kg)
		Minutes												
		@25 Amps	C.C.A. ^D @0°F	C.A. ^E @32°F	5-Hr Rate	10-Hr Rate	20-Hr Rate	100-Hr Rate	100-Hr Rate		Length	Width	Height ^F	
12 VOLT DUAL PURPOSE AGM BATTERY														
8D	8D-AGM	460	1450	1850	179	210	230	254	3.05	6	20.47 (520)	10.64 (270)	9.08 (231)	161 (73)

A. The number of minutes a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

B. The amount of amp-hours (AH) a battery can deliver when discharged at a constant rate at 80°F (27°C) for the 20-Hour rate and 86°F (30°C) for the 5-Hour rate and maintain a voltage above 1.75 V/cell. Capacities are based on peak performance.

C. Dimensions are based on nominal size. Dimensions may vary depending on type of handle or terminal. Batteries to be mounted with .5 inches (12.7 mm) spacing minimum.

D. C.C.A. (Cold Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 0°F at a voltage above 1.2 V/cell.

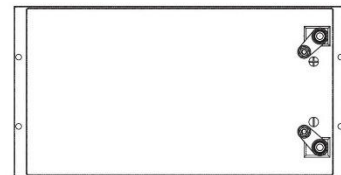
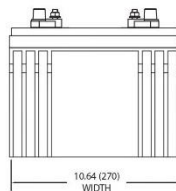
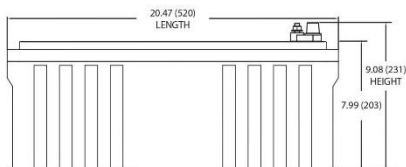
E. C.A. (Cranking Amps) - the discharge load in amperes which a new, fully charged battery can maintain for 30 seconds at 32°F at a voltage above 1.2 V/cell. This is sometimes referred to as marine cranking amps @ 32°F or M.C.A. @ 32°F.

F. Dimensions taken from bottom of the battery to the highest point on the battery. Heights may vary depending on type of terminal.

G. Terminal images are representative only.

Trojan's battery testing procedures adhere to both BCI and IEC test standards.

BATTERY DIMENSIONS (shown with DT)



8D-AGM DATA SHEET

ANEXO 8: REGULADOR DE CARGA POWER INVERTER DE 48 V Y 50 A

REGULADOR DE VOLTAJE DETECCIÓN AUTOMÁTICA 48V PANEL SOLAR 50 AMPERES



REGULADOR DE VOLTAJE DETECCIÓN AUTOMÁTICA 48VDC LCD DISPLAY PANEL SOLAR 50 AMPERES

**100% ORIGINAL, CUIDADO CON LAS
REPLICAS DE MENOR VALOR**

**CON CONTACTORES DE MENOR
AMPERAJE Y CALIDAD.**

Especificaciones:

- Tensión nominal: 48 V
- Corriente nominal: 50A
- Max entrada Solar Power Panel: 2600W
- Abierto Voltaje de Panel Solar: ≤ 100 V
- Protección de la carga: 54.8V
- Bajo Voltage Desconexión / LVD: 42.8V
- Bajo Voltage corte / LVR: 50.4V
- Ninguna pérdida de carga: ≤ 30 mA
- Caída de tensión continuo: ≤ 200 mV
- Modo de carga: Modo PWM
- Compensación de temperatura: - 4 mV / celular / ° C
- Instalación zona del cable: > 3 # AWG (25 mm²)
- Temperatura de funcionamiento: -20 ~ 50 ° C
- Temperatura de almacenamiento: -30 ~ 70 ° C
- Requisitos de Humedad: $\leq 90\%$, sin condensación
- Dimensiones: 130 x 188 x 62 mm
- Separación de orificio de montaje: 90 x 178 mm --- $\Phi 5$
- Peso: 590g
- Color: Negro

Características:

CM serie de controladores es un controlador de carga inteligente y multifuncional solar. Posee la pantalla LCD y display, lo que hace que la operación en la interfaz sea más conveniente. Todos los parámetros de control se puede restablecer de forma flexible para satisfacer sus necesidades. CM serie de controladores tiene las siguientes características.

- Visual Display gráfico símbolo
- Operación de tecla Breve
- Cambio automático grado de tensión del sistema
- PWM inteligente el modo de carga
- Auto compensación de temperatura
- Carga y descarga de parámetros ajustables
- Modos configurables de trabajo de las cargas
- La función acumulativa de carga y descarga AH
- Función de la monitorización remota
- Protección para la espalda descarga de la batería
- Protección de bajo voltaje de la batería
- La sobrecarga y protección contra cortocircuitos
- Batería invertida protección
- Retraso en auto reinicio después de la sobrecarga de la protección
- Certificación CE y RoHS

ANEXO 9: INVERSOR 48 DC- 220 AC BESTSUN de 2 kW

Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen: Zhejiang, China
Número de Modelo: BPS-5000M
Voltaje de salida: 110V/220V/230V/240V
Tipo de salida: Solo
Frecuencia de salida: 50Hz/60Hz
Peso: 5-18kg
Forma de onda de ... Prue onda sinusoidal
Controlador Solar: MPPT
La eficiencia: 98%
Temperatura de al... -15 °C-60 °C
Garantía: 1 año



Marca: BESTSUN
Voltaje de entrada: 12V/24V/48V
Tipo: Inversores DC/AC
Corriente de salida: Carga
Talla: 297,5*468*125mm
Potencia de salida: 1 - 200KW
AC corriente de car... 60A
Pantalla: LCD/LED
Consumo (modo d... <2W
Aplicación: Sistema de energía Solar en casa
Certificado: ISO 9001/CE/IEC/TUV

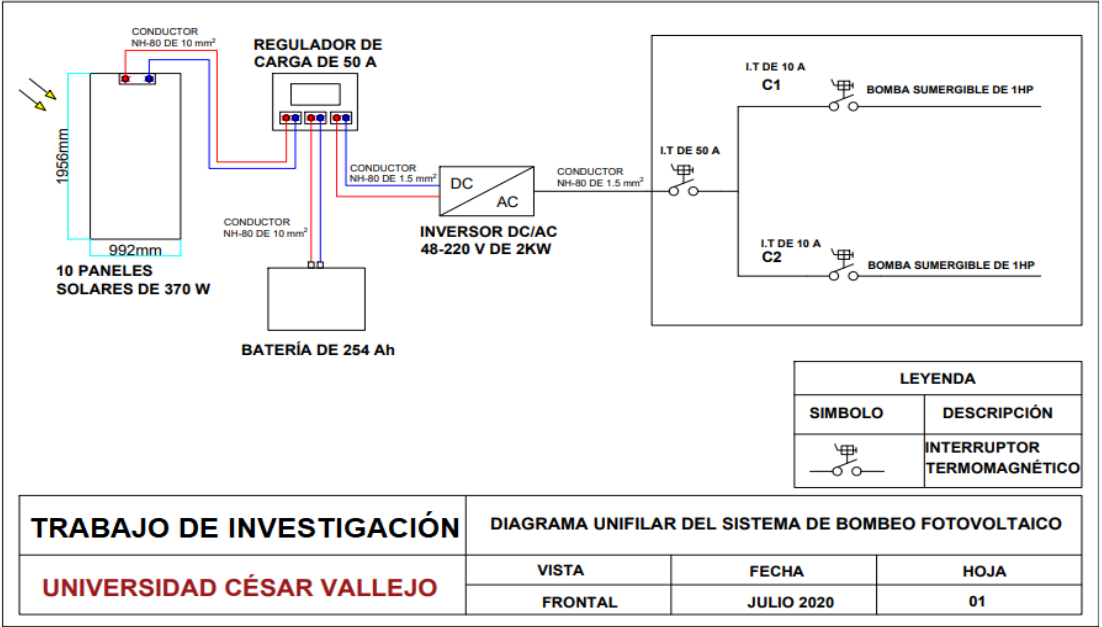
ANEXO 10: ESPECIFICACIONES DEL CONDUCTOR NH-80 SEGÚN LA CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMISIBLE EN AMPERIOS



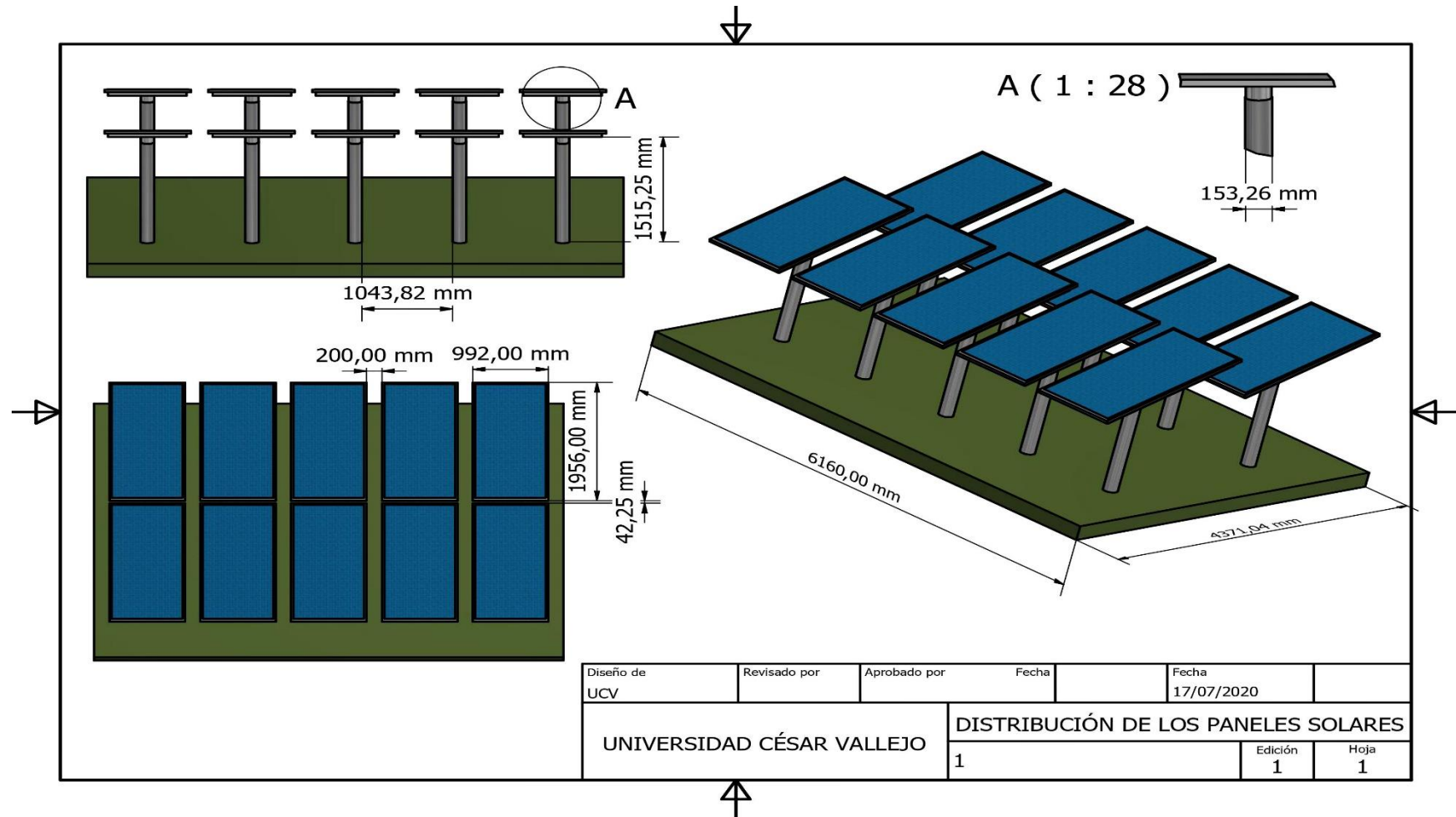
TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

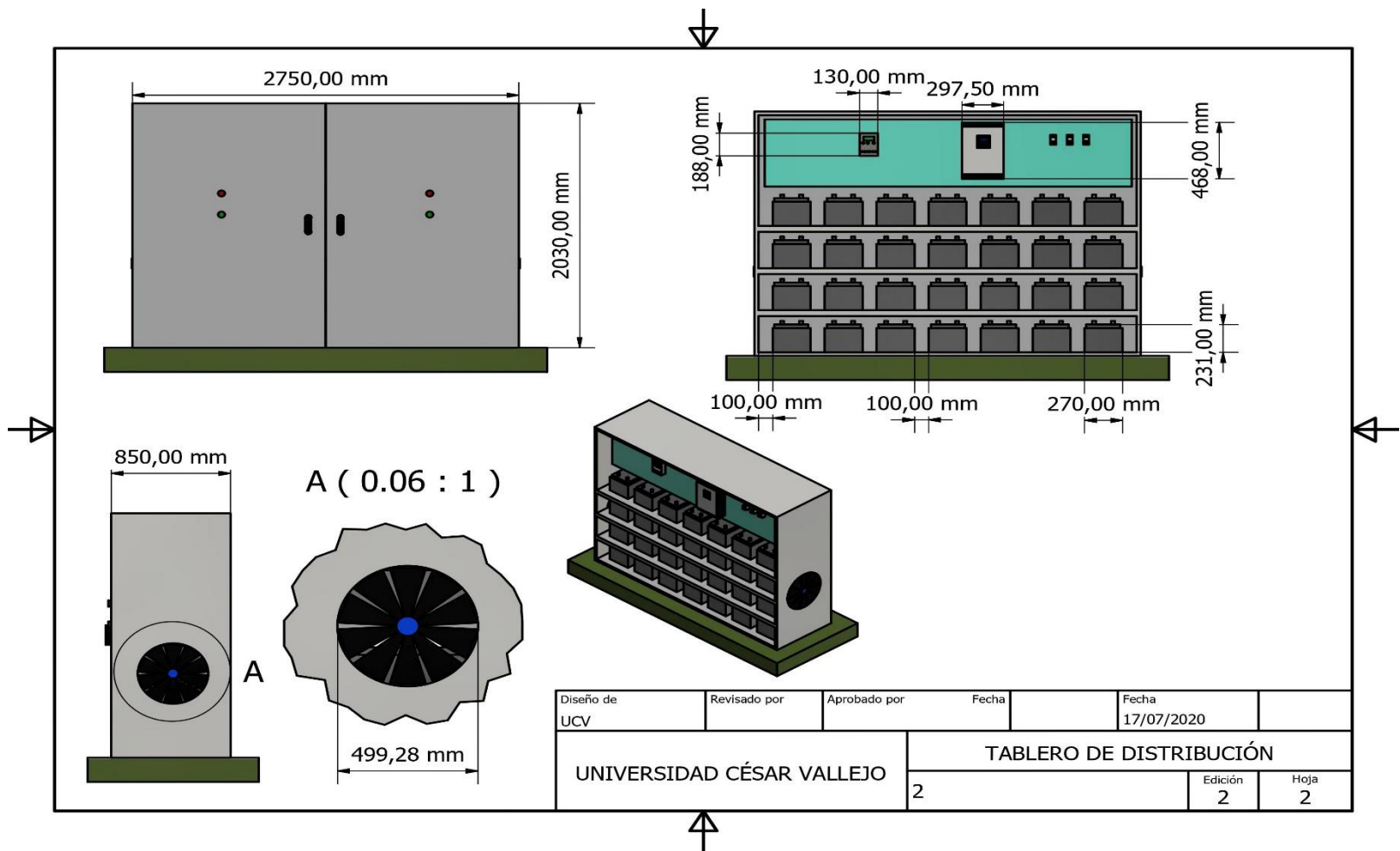
ANEXO 11: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE BOMBEO
FOTOVOLTAICO



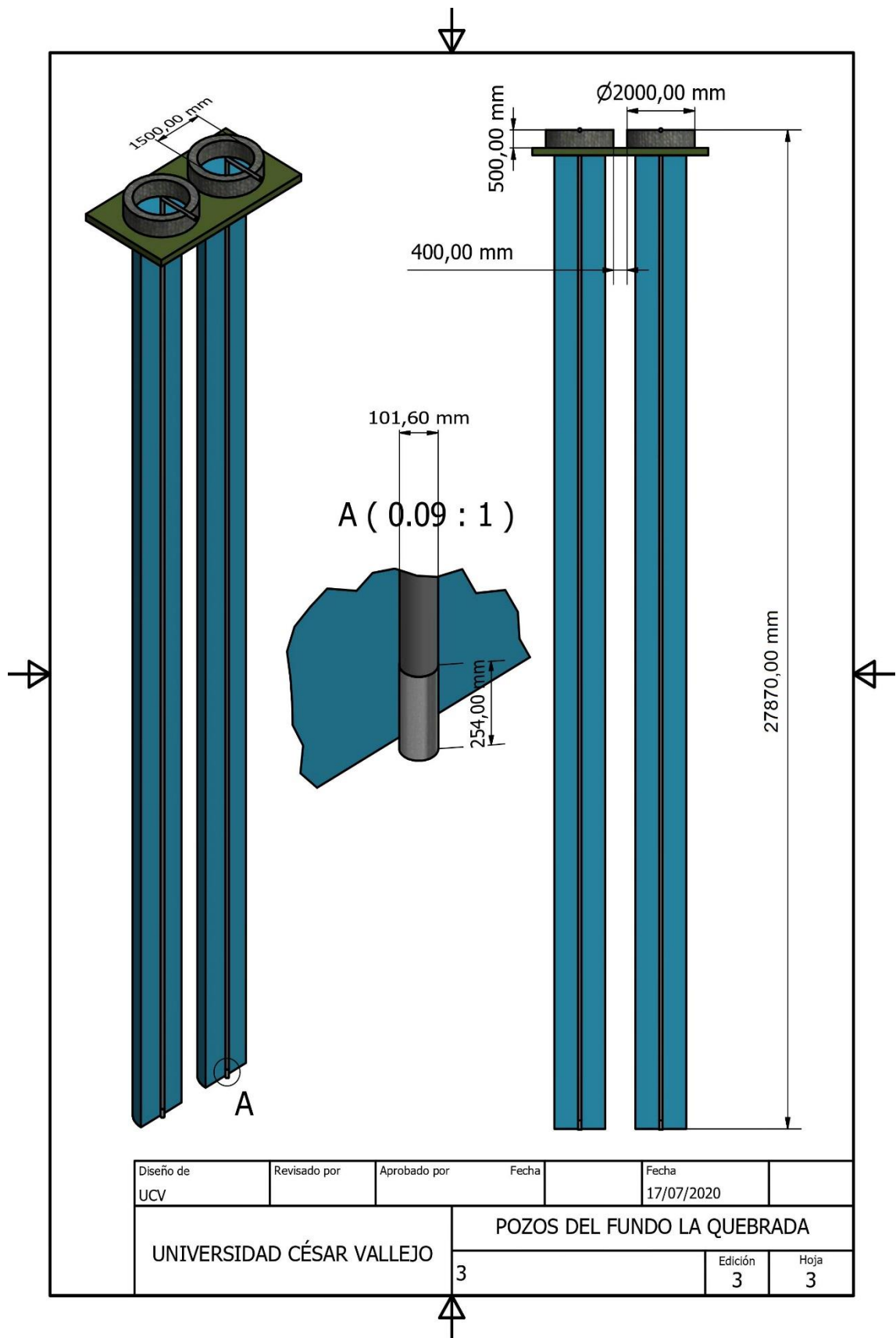
ANEXO 12: DISTRIBUCIÓN DE LOS 10 PANELES SOLARES



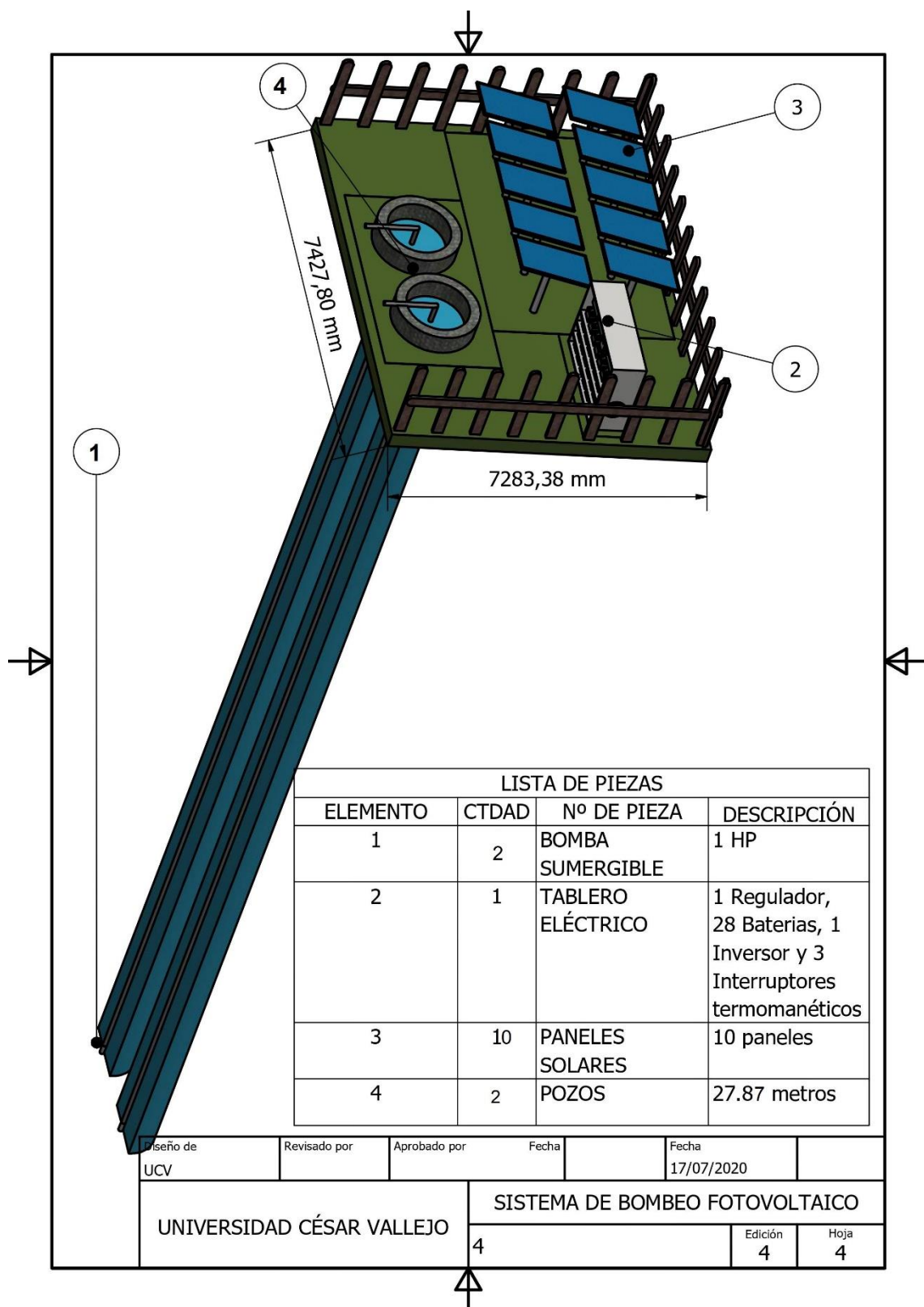
ANEXO 13: TABLERO ELÉCTRICO: REGULADOR, BATERÍAS, INVERSOR Y INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO



ANEXO 14: POZOS DEL FUNDO LA QUEBRADA



ANEXO 15: DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE BOMBEO
FOTOVOLTAICO



ANEXO 16: DISEÑO FINAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

